

# 相邻承压含水层水位变化引起的弱透水层中滞后释水的解析和实验

周志芳\*, 郭巧娜, 窦智

河海大学地球科学与工程学院, 南京 210098

\* 联系人, E-mail: zhouzf@hhu.edu.cn

国家自然科学基金(41172204)资助

自然界, 冲积平原在垂直剖面上一般都由若干个含水层和弱透水层组合而成, 形成较为复杂的含水层系统. 对于含水层系统中的含水层水动态与水均衡研究较多. 然而, 相邻承压含水层的弱透水层水动态与水均衡特征研究的却很少, 这主要是因为我们一直以来认为弱透水层是隔水层或相对隔水层, 作为水资源量其贡献率很小, 因此很少专门给予重视和得到必要的研究, 时常将弱透水层忽略或者作为一种补给边界处理. 有关弱透水层的水文地质参数确定方法研究不是很多, 尤其缺少现场取样到室内通过实验系统获取弱透水层水文地质参数的有效方法. 事实上, 地下水资源开发、地下水污染、地下储能利用和地面沉降都与弱透水层地下水的运动密切相关. 弱透水层作为含水层系统中不可或缺的重要组成部分, 其动态与水均衡不仅对预测、评价和控制地面沉降有重要意义, 而且对地下水资源开发、评价和计算以及含水层系统污染物运移规律和热能传导规律的研究有着重要的意义.

基于承压含水层水头降低某一常量条件下的解析解, 研究了相邻的弱透水层水动态与水均衡特征. 结果表明, 弱透水层水动态响应存在明显的滞后现象, 可用滞后指数  $\tau_0$  表征; 弱透水层水动态响应的滞后性不仅与弱透水层性质有关, 而且与其厚度的平

方成正比. 给出了用弱透水层释水滞后率描述弱透水层滞后释水规律, 建立并论证了弱透水层的水均衡方程, 结合弱透水层水均衡曲线提出了水均衡的 3 个阶段及其对应的均衡特征. 推得了弱透水层单位水平面积的流量公式, 经无量纲化处理后, 得

$$\bar{q}(\bar{z}, \bar{t}) = -1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-n^2 \pi^2 \bar{t}} \cos n \pi \bar{z}, \quad (1)$$

式中,  $\bar{q}$  为弱透水层无量纲流量;  $\bar{z}$  为无量纲位置;  $\bar{t}$  为无量纲时间.

取  $\bar{z} = 0$ , 作截面流量  $\bar{q} \sim \bar{t}$  标准曲线(如图 1 中实线), 给出了基于流量随时间变化的实验资料(如图 1 中圆点)和采用配线法确定弱透水层传导系数

$a^2$ 、渗透系数  $K$ 、贮水率  $\mu_s$  和滞后指数  $\tau_0$  的方法, 并结合实验进行了参数的确定和验证.

根据推得的弱透水层单位水平面积的流量公式, 结合实验获得的流量随时间变化的资料, 采用配线法确定弱透水层传导系数、渗透系数和贮水率, 具有许多优点: ① 实验装置及实验过程简单、易操作; ② 采用配线法确定参数, 方法简单易掌握; ③ 一次实验可以同时求得弱透水层传导系数、渗透系数、贮水率和滞后指数, 获取的参数多; ④ 由于流量测量容易实现且误差小, 由此求得的参数精度高. 因此, 该方法有很好的推广应用价值.

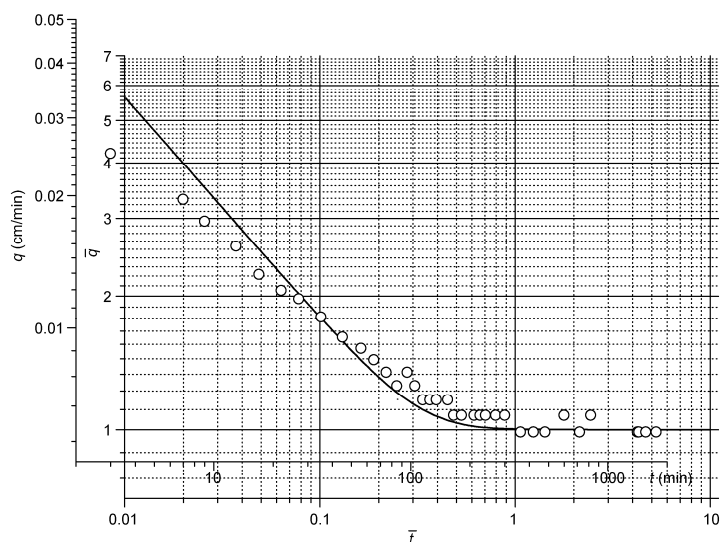


图 1 配线法求参数

**全文见:** Zhou Z F, Guo Q N, Dou Z. Delayed drainage of aquitard in response to sudden change in groundwater level in adjacent confined aquifer: Analytical and experimental studies. Chin Sci Bull, 2013, 58: 3060–3069, doi: 10.1007/s11434-013-5730-5